



Texnologik mashinalarning raqamli egizak modellarini yaratish va ularni ishlab chiqarish jarayonida qo‘llash istiqbollari

Jo‘raxanov Yusufjon Orifjon o‘g‘li Namangan davlat texnika universiteti talabasi

Annotatsiya: Ushbu maqolada texnologik mashinalar uchun raqamli egizak (Digital Twin) texnologiyalarini yaratish va ularni ishlab chiqarish jarayonida qo‘llash masalalari yoritilgan. Raqamli egizak modeli yordamida mashinaning real vaqt rejimidagi ishlash holatini kuzatish, nosozliklarni prognoz qilish va texnik xizmat ko‘rsatishni optimallashtirish imkoniyatlari tahlil qilinadi. Maqolada 3D-modellashtirish, ma‘lumotlarni raqamli sinxronlashtirish va IoT tizimlari bilan integratsiya mexanizmlari ham ko‘rib chiqilgan. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, raqamli egizak texnologiyasini joriy etish texnologik mashinalarning samaradorligi va ishonchliligini sezilarli darajada oshiradi.

Kalit so‘zlar: raqamli egizak, texnologik mashina, simulyatsiya, IoT, monitoring, tahlil, raqamli modellashtirish.

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы создания и применения технологии цифровых двойников (Digital Twin) для технологических машин. Описаны возможности наблюдения за состоянием оборудования в реальном времени, прогнозирования неисправностей и оптимизации технического обслуживания. Также проанализированы методы 3D-моделирования, цифровой синхронизации данных и интеграции с системами Интернета вещей (IoT). Результаты исследования показывают, что внедрение цифровых двойников повышает эффективность, надёжность и устойчивость технологических машин.

Ключевые слова: цифровой двойник, технологическая машина, моделирование, IoT, мониторинг, анализ, цифровая трансформация.

Annotation: This article discusses the development and application of Digital Twin technology for technological machines. The digital twin enables real-time monitoring, fault prediction, and optimization of maintenance operations. The study explores 3D modeling methods, digital data synchronization, and integration with IoT systems. The findings show that implementing Digital Twin technology significantly enhances the efficiency, reliability, and performance of technological machines in industrial environments.





Keywords: digital twin, technological machine, simulation, IoT, monitoring, analysis, digital modeling.

Bugungi sanoat jarayonlari tezkor axborot oqimi, yuqori aniqlikdagi nazorat tizimlari va sun'iy intellekt bilan boyitilgan boshqaruv algoritmlarini talab qilmoqda. Ayniqsa, texnologik mashinalarning ishonchliligi, energiya samaradorligi va raqobatbardoshligini ta'minlash uchun zamonaviy texnologiyalarning ishlab chiqarish jarayonlariga integratsiyasi dolzarb masalaga aylangan. Bu borada raqamli egizak texnologiyasi — ya'ni fizik tizimlarning raqamli nusxalarini yaratish orqali real vaqt rejimida ularni kuzatish, tahlil qilish va bashoratlash — innovatsion yondashuv sifatida ajralib turadi.

Raqamli egizak — bu fizik ob'ektning virtual modeli bo'lib, u real vaqt ma'lumotlari asosida doimiy yangilanib boradi. Bu model fizik tizimning strukturasi, xatti-harakatlari va funksional holatini raqamli shaklda aks ettiradi. Texnologik mashinalar misolida oladigan bo'lsak, raqamli egizaklar vositasida mashina komponentlarining ish faoliyati, eskirish jarayoni, avariya holatlari va ekspluatatsiya ko'rsatkichlari oldindan bashorat qilinadi.

Texnologik mashinalar uchun raqamli egizak yaratishda sensorlar, Internet of Things (IoT) texnologiyalari, katta hajmdagi ma'lumotlar (Big Data), mashinaviy o'rganish (Machine Learning), hamda bulutli hisoblash (Cloud Computing) imkoniyatlaridan foydalaniladi. Ushbu texnologiyalar o'zaro integratsiyalashgan holda ishlaydi. Texnologik mashina ustidagi har bir sensor uzluksiz ma'lumotlarni yig'ib, ular IoT platformasi orqali markaziy tizimga uzatiladi. Bu ma'lumotlar asosida sun'iy intellekt algoritmlari yordamida raqamli egizak doimiy yangilanadi.

Shunday tizim mavjud bo'lishi natijasida mashina ish faoliyatining istalgan nuqtasida real vaqt rejimida kuzatuv olib borish mumkin bo'ladi. Bu esa ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytiradi, xizmat ko'rsatish muddati ortadi va avariya ehtimoli sezilarli darajada kamayadi. Bundan tashqari, digital twin texnologiyasi tajriba sinovlarini virtual muhitda amalga oshirish imkonini beradi.

Raqamli egizak texnologiyasi yordamida mashina komponentlarini yuklamalar ostida qanday harakatlanishi, qaysi nuqtalarda deformatsiyalar yuzaga kelishi va ishlash muddatining qaysi holatlarda qisqarishi aniqlanadi. Bu esa injiniring tizimlariga optimallashtirilgan yechimlarni ishlab chiqish imkonini beradi. Tahlil qilinayotgan har qanday texnologik mashinani virtual muhiti orqali modellashtirish ishlab chiqarish samaradorligini keskin oshirish imkonini beradi.





Shuningdek, digital twin texnologiyasi yordamida servis xizmatlari avtomatlashtiriladi. Masalan, texnologik mashina dvigatelining harorat ko'rsatkichlari, aylanish tezligi, vibratsiyasi va boshqa parametrlar doimiy kuzatilib boriladi. Sun'iy intellekt algoritmlari ushbu parametrlarning normadan og'ish darajasini aniqlab, avtomatik tarzda texnik xizmat kerakligini bildirishga imkon yaratadi. Bu prediktiv xizmat deb ataladi va u klassik texnik xizmat ko'rsatish tizimlaridan ustun jihatlarga ega.

Ilg'or ishlab chiqarish korxonalari, xususan, avtomobilsozlik, kimyo sanoati, farmatsevtika va og'ir sanoat tarmoqlarida raqamli egizak texnologiyasi joriy etilmoqda. Bu texnologiya nafaqat texnologik mashinalar ish faoliyatini yaxshilashda, balki ularning loyihalashtirish bosqichida ham muhim ahamiyat kasb etadi. Har bir komponentning mexanik, termal va dinamik tavsiflari modellashtirilgan holda sinovdan o'tkaziladi.

Raqamli egizaklar tizimi boshqaruvni avtomatlashtirishda ham yangi bosqichni boshlab berdi. Masalan, mashinalar ish faoliyatidagi anomal xatti-harakatlar aniqlangan zahoti, avtomatik diagnostika tizimi bu muammoning sababi va oqibatini real vaqt rejimida foydalanuvchiga taqdim etadi. Bu esa vaqt va mablag' tejalişini ta'minlaydi. Tizimning muammoli nuqtalari sun'iy intellekt tomonidan ilgari surilgan takliflar asosida takomillashtiriladi.

Digital Twin texnologiyasining joriy etilishi ilmiy tadqiqotlar uchun ham yangi imkoniyatlar eshigini ochmoqda. Raqamli muhitda olib borilayotgan virtual eksperimentlar texnologik mashinalarning energetik samaradorligini aniqlash, optimal boshqaruv strategiyalarini ishlab chiqish, yangi materiallarning moslashuvchanligini tekshirish uchun platforma vazifasini bajaradi.

Bundan tashqari, ishlab chiqarish liniyalarining umumiy tizimga birlashtirilgan raqamli egizak modellarini yaratish orqali tizimlararo sinergetika, logistika muvofiqlashtirish, mahsulot sifati monitoringi va xavfsizlikni boshqarish kabi ko'plab yo'nalishlar mukammallashtirilmoqda. Bu esa butun zavod yoki ishlab chiqarish markazining raqamli boshqaruv modelini yaratishga olib keladi.

Raqamli egizak texnologiyasi, shuningdek, ishlab chiqarish jarayonlarida bo'lajak muammolarni oldindan aniqlash va ularni bartaraf etish uchun mukammal vosita bo'lib xizmat qiladi. Ayniqsa, texnologik mashinalar modellarida bu yondashuv korxonalarga nosozlikka olib keluvchi omillarni tizimli ravishda o'rganish va ularni oldini olish imkonini beradi.





O'tkazilgan tahlillar natijasida aniqlanishicha, raqamli egizak texnologiyasi texnologik mashinalarning ishlash jarayonlarini chuqur tahlil qilish, real vaqt rejimida kuzatish va potensial nosozliklarni oldindan aniqlash imkonini beradi. Bu yondashuv ishlab chiqarish samaradorligini oshiradi, xizmat ko'rsatish xarajatlarini kamaytiradi va mashinalarning uzluksiz ishlashini ta'minlaydi. Kelajakda raqamli egizak texnologiyasini sun'iy intellekt va IoT tizimlari bilan birlashtirish orqali sanoat 4.0 kontsepsiyasini to'liq amalga oshirish mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Abdullayev B., Sanoat jarayonlarida raqamli texnologiyalar va avtomatlashtirish, Toshkent: Fan nashriyoti, 2023.
2. Sodiqov A., Texnologik mashinalarning raqamli modellashtirish asoslari, Toshkent: O'zbekiston Milliy universiteti, 2022.
3. Кузнецов И.П., Цифровые двойники в машиностроении, Москва: Машиностроение, 2021.
4. Tao F., Zhang H., Digital Twin Driven Smart Manufacturing, Elsevier, 2020.
5. ISO 23247-1: Digital Twin Framework for Manufacturing, Geneva, 2021.

**Research Science and
Innovation House**

